

# The Synergistic Development Strategy and Environmental Effect Analysis of Thermal Power and Photovoltaic Energy Storage in Eastern Mongolia

Jialiang Lu

Kengkou Power Generation Branch Office of State Power Investment Group Inner Mongolia Baiyinhua Coal Power Co., Ltd., Xilingol, Inner Mongolia, 028000, China

## Abstract

This paper explores the coordinated development strategy of thermal power and photovoltaic energy storage in Eastern Inner Mongolia and its environmental effects. The research finds that by optimizing the energy structure, the coordinated development of thermal power and photovoltaic energy storage can significantly improve energy utilization efficiency, reduce greenhouse gas and pollutant emissions, and make important contributions to the region's green and sustainable development. As an important energy base in China, the energy production and consumption pattern of eastern Mongolia has a profound impact on the regional environment and economic development. By studying the coordinated development strategy of thermal power and photovoltaic energy storage, it can not only improve the energy utilization efficiency and reduce the environmental pressure in eastern Mongolia, but also provide reference for other similar regions. Therefore, this study has important theoretical value and practical application significance.

## Keywords

Eastern Inner Mongolia; thermal power; photovoltaic energy storage; coordinated development; environmental effects

## 蒙东地区火电与光伏储能的协同发展策略及其环保效应分析

芦嘉良

国家电投集团内蒙古白音华煤电有限公司坑口发电分公司, 中国·内蒙古 锡林郭勒 028000

## 摘要

论文探讨了内蒙古东部地区火电与光伏储能的协同发展策略及其环保效应。研究发现, 通过优化能源结构, 火电与光伏储能的协同发展可以显著提高能源利用效率, 减少温室气体和污染物排放, 为区域的绿色可持续发展做出重要贡献。蒙东地区作为中国的重要能源基地, 其能源生产和消费模式对区域环境和经济发展有着深远的影响。通过研究火电与光伏储能的协同发展策略, 不仅能够提高蒙东地区能源利用效率, 减轻环境压力, 还可以为其他类似地区提供借鉴和参考。因此, 本研究具有重要的理论价值和实际应用意义。

## 关键词

内蒙古东部; 火电; 光伏储能; 协同发展; 环保效应

## 1. 引言

### 1.1 蒙东地区概况

蒙东地区, 即中国内蒙古自治区的东部地区, 包括呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市、赤峰市和锡林郭勒盟东部等地区。该地区地广人稀, 拥有丰富的自然资源, 尤其是煤炭资源和太阳能资源。凭借其得天独厚的地理优势, 蒙东地区近年来在能源产业方面取得了显著发展。然而, 该地区的能源开发和利用也带来了环境压力和生态问题。

### 1.2 当前能源结构及其问题

目前, 火电在蒙东地区的能源结构中占据着重要地位, 由于丰富的煤炭资源, 该地区建设了大量火力发电厂。然而, 火电的大规模使用也导致了严重的空气污染和温室气体排放问题。且由于储能技术的发展滞后, 光伏发电的波动性和可靠性问题尚未得到有效解决。

### 1.3 火电与光伏储能的定义与基本原理

火电是以煤、石油、天然气等化石燃料为燃料, 通过燃烧产生热能, 再转化为电能的一种发电方式。光伏储能则是利用太阳能光伏系统将太阳能转化为电能, 并通过储能装置(如机械储能、电化学储能、热储能等)将电能储存起来, 以供电力需求峰值时使用。二者的协同发展可以通过优化资源配置、提高能源利用效率, 减少对环境的负面影响。

【作者简介】芦嘉良(1989-), 男, 中国河北容城人, 本科, 工程师, 从事火力发电储能研究。

## 2. 蒙东地区能源发展的现状与挑战

### 2.1 蒙东地区火电发展现状

蒙东地区自改革开放以来，火力发电一直是其能源结构的核心部分。由于该地区丰富的煤炭资源，火电厂数量和规模均位居全国前列。截至2023年底，蒙东地区共拥有数十座大中型燃煤火电厂，总装机容量超过5000万千瓦。

随着国家对可再生能源的支持力度不断加大，蒙东地区的光伏储能产业也取得了显著进展。该地区地势开阔，日照时间长，具备发展光伏发电的优越条件。近年来，蒙东地区陆续建成了多座大型光伏电站，总装机容量已超过2000万千瓦。然而，由于技术较新，成本较高，光伏储能的发展仍面临一定的经济挑战。

### 2.2 蒙东地区火电发展的挑战

#### 2.2.1 现有能源结构的环保问题

尽管蒙东地区在能源结构调整方面取得了一些进展，但火力发电仍占据主导地位，带来了严重的环境污染问题。煤炭燃烧产生的二氧化硫、氮氧化物和烟尘对大气环境造成了巨大压力，雾霾天气频发。此外，煤炭开采和火电厂的建设对土地资源和水资源也造成了不可忽视的破坏。

#### 2.2.2 能源供应与需求的矛盾

蒙东地区作为能源大区，长期以来存在能源供应与需求之间的矛盾。一方面，随着经济的发展和人民生活水平的提高，电力需求持续增长，特别是在冬季供暖季，对电力的需求更为迫切。另一方面，火电厂的高耗煤量和高污染排放使得其供电能力受到了环境限制。同时，光伏发电虽有潜力，但受限于天气和设备成本，并不能完全满足高峰用电需求。这种供需不平衡的现状，迫使蒙东地区在未来必须寻求能源结构优化。

## 3. 火电与光伏储能的协同发展策略

### 3.1 协同发展模式概述

火电与光伏储能的协同发展需要有效的模式来整合两者的优势，以实现可持续能源发展。智能电网技术在协同发展中起着关键作用。通过智能电网技术，可以实现能量系统的实时监控和优化调度，提高整个电力网络的效率和稳定性。例如，通过大数据分析和人工智能算法，可以预测电力需求、优化发电和储能配置，以实现火电与光伏储能的最佳协同。

### 3.2 技术创新与集成

在技术层面，火电与光伏储能的协同发展依赖于以下几个重要方面：

储能技术的发展是实现协同发展的关键。当前，锂离子电池、钠硫电池和飞轮储能等技术正在快速发展，这些储能技术可以有效缓解光伏发电的不稳定性，提高电力系统的可靠性和调节能力。

高效能光伏组件的应用进一步提升了光伏系统的发电效率。目前，新型高效能光伏材料如钙钛矿太阳能电池和双面光伏组件正在逐步应用，这些技术可以在相同面积下产生

更多的电力，为储能系统提供充足的电能支持。

火电改造与优化也至关重要。通过技术升级和改造，传统火电厂可以实现更高的燃烧效率和更低的排放。例如，应用燃气轮机联合循环(CCGT)技术和碳捕捉与封存(CCS)技术，可以显著提升火电系统的环保性能和经济效益。

### 3.3 政策支持与经济激励

政府在火电与光伏储能协同发展中具有重要的推动作用。通过提供光伏组件安装补贴、储能设备补贴和火电厂环保改造补贴等，政府可以降低企业和个人在能源系统投资中的经济压力。同时，税收优惠政策如所得税减免和财产税减免，则能够进一步提高投资回报率，促进协同发展。

投融资机制与市场环境的优化也是关键。建立健全的投融资机制，可以为能源项目提供充足的资金支持。例如，通过设立绿色能源基金、发行绿色债券等方式，可以吸引更多社会资本进入火电与光伏储能领域。此外，完善的市场环境如电力市场化改革和新能源配额制，可以促进公平竞争，激发市场活力。

## 4 协同发展的环保效应分析

### 4.1 环保效应指标体系构建

为了全面评价东部内蒙古地区热电和光伏储能协同发展的环保效应，我们构建了一套包括以下几个方面的指标体系。

#### 4.1.1 空气质量改善

与传统燃煤电站相比，光伏发电过程几乎不产生空气污染物。通过热电和光伏储能的协同发展，我们能够减少SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>以及颗粒物(PM<sub>2.5</sub>和PM<sub>10</sub>)的排放，从而改善区域内空气质量，减少雾霾发生频率。

#### 4.1.2 水资源利用

热电站通常需要大量的水用于冷却工艺，这对水资源较为紧缺的地区来说是一个挑战。而光伏发电不需要大量水资源，使得整个能源系统对水资源的依赖性降低。同时，通过优化用水管理，我们可以进一步提高水资源利用效率。

#### 4.1.3 土地利用效率

光伏电站通常占地较广，但通过优化选址与设计，可以实现资源的综合利用，提高土地利用效率。例如，可在废弃的矿区或荒地建设光伏电站，避免占用耕地和其他高价值土地。

### 4.2 协同发展对环保的积极影响

#### 4.2.1 减少温室气体排放

通过热电和光伏储能的结合，传统燃煤电站的运行时间和负荷将会减少，从而直接降低温室气体的排放量。据测算，若光伏发电占比能达到区域总发电量的30%，每年可减少温室气体排放数百万吨。

#### 4.2.2 降低空气污染

协同发展模式将优先利用光伏能量，减少对煤炭燃烧的依赖，这可显著降低二氧化硫、氮氧化物和颗粒物的排放。某项研究表明，采用这种模式后，当地空气质量指数(AQI)有望提升20%以上。

### 4.2.3 资源效率提升

通过优化能源结构和管理模式，协同发展能够大幅提升整体资源利用效率。例如，通过储能系统的应用实现电力的峰谷调节，不仅提高了电力系统的稳定性，也优化了水资源、土地资源的利用效率。

## 5. 实证分析与案例研究

### 5.1 东部内蒙古典型项目介绍

在东部内蒙古地区，多个结合了火电与光伏储能的典型项目为本研究提供了丰富的实证材料。例如，赤峰市的某综合能源基地项目集合了大规模的光伏发电站和传统火电站，通过智能电网技术实现了能源的协调管理。此外，呼伦贝尔市的另一项目则重点发展了分布式光伏与火电结合的方案，突出区域电力调度的灵活性和稳定性。

### 5.2 协同发展带来的效益评估

通过对上述典型项目的效益评估，可以发现协同发展的多个积极影响。一方面，光伏发电和储能技术的结合显著减少了煤炭燃烧所带来的温室气体排放。在赤峰综合能源基地项目中，计算数据显示，每年减少的二氧化碳排放量达到20万吨。另一方面，光伏储能与火电机组的协同运作提高了电网的弹性和稳定性，减少了峰值负荷对电网的冲击。

### 5.3 环境效应的实证数据分析

为了科学评估协同发展的环境效应，本研究收集了多个典型项目的数据。以赤峰和呼伦贝尔市的项目为例，项目启动后的空气质量监测结果显示， $PM_{2.5}$ 和 $PM_{10}$ 等污染物浓度大幅下降。此外，通过水资源使用效率的提升，项目区域的水质状况也有所改善。从土壤监测数据来看，协同发展方案还减少了土壤重金属污染的趋势，对区域生态系统具有积极作用。

### 5.4 实际实施中遇到的问题和挑战

首先，技术整合的复杂性和成本较高，初期投资压力较大。其次，由于市场机制不健全，光伏电力的消纳和补贴政策不稳定，影响了项目的长期收益。最后，区域内能源管理和调度系统的协调性有待提升，特别是在大规模新能源发电并网时，防止电网过载和保障供电稳定成为关键问题。

## 6. 未来发展方向与建议

### 6.1 技术与产业的持续创新

首先，为了更好地支持能源存储的需求，未来应继续推动储能技术的进步，特别是提高电池的能量密度和循环寿命。其次，在光伏技术领域，开发更高效、更低成本的光伏组件和系统是关键，通过提高转换效率和降低生产成本，可以使光伏发电更具竞争力。最后，优化火电厂的燃烧和排放控制技术，提高能源转换效率，也是一个重要方向。

### 6.2 政策支持的持续深化

政策支持对于可再生能源的发展至关重要。未来需要完善可再生能源发展的法规和标准体系，以确保行业在一个规范和可预期的环境中健康发展。此外，推动电力市场化改革，为新能源发电创造公平竞争的环境，使之能够与传统能

源进行公平的市场竞争，提高整体能源效率和降低成本。

### 6.3 公共意识的提升

通过加大公众对清洁能源重要性的认知教育，鼓励社会各界参与到能源转型和环保实践中来，通过制定激励政策吸引企业和市民积极参与。同时，营造有利于绿色发展的社会舆论氛围，使绿色生活理念深入人心，从而推动全社会共同为实现能源转型和环境保护目标而努力。

### 6.4 国外相关经验的借鉴

学习和借鉴国外的成功经验是提升本国新能源和环保水平的有效途径。引进国外先进的技术和管理模式，并促进其本地化应用，可以快速提高本地新能源技术和管理水平。加强国际合作交流，共享资源和成果，也是未来发展的一大方向。通过国际合作，可以共同应对全球性的能源和环境挑战，实现资源优化配置和互利共赢。

## 7 结论

本研究通过对蒙东地区火电与光伏储能协同发展的详细分析，得出了如下结论：

首先，在火电与光伏储能的协同发展中，研究发现其协同效应有效提高了能源利用效率。一方面，火电作为基础负荷电源，在光伏发电不足时提供必要的电力支持；另一方面，光伏储能系统在光照充足时储存多余电能，减少了火电厂的燃煤消耗，从而提高了总体能源利用率。

其次，火电与光伏储能的协同发展显著减轻了环境压力。通过减少火电厂的燃煤量，降低了二氧化碳及其他有害气体的排放，促进了大气质量的改善，体现了环保效应的明显提升。这为蒙东地区的生态环境保护作出了积极贡献。

最后，这种协同发展模式推动了区域绿色可持续发展。通过发展清洁能源与传统能源协调互补的模式，蒙东地区逐步实现了能源结构的优化，通过持续努力与优化，火电与光伏储能的协同发展将为蒙东地区实现更加绿色、可持续的未来提供坚实保障。

## 参考文献

- [1] 崔和瑞,徐昭.考虑省份特征变量的火电行业碳达峰预测模型[J].电力科学与工程,2024,40(5):28-37.
- [2] 杜洪博,汤宇杨,李驰,等.风光火储系统储能容量优化配置及电力外送模式研究[J/OL].湘潭大学学报(自然科学版),1-14[2024-07-10].https://doihtbprolog-s.libvnp.zuel.edu.cn/10.13715/j.issn.2096-644X.2024029.0002.
- [3] 李明,尹晓宇,董小菱,等.电力物联网光伏微网多目标容量配置优化研究[J].电子设计工程,2024,32(5):165-168+173.
- [4] 李雄威,王昕,徐家豪,等.考虑火电深度调峰的风光火储系统分层优化调度模型[J].油气与新能源,2023,35(6):74-81.
- [5] 杨龙月,任烜辰,蔡智鹏,等.高光伏渗透率配电网电压控制策略研究综述[J/OL].电网技术,1-19[2024-07-10].https://doihtbprolog-s.libvnp.zuel.edu.cn/10.13335/j.1000-3673.pst.2024.0408.
- [6] 于明荣.内蒙古东部地区火电厂项目生态环境保护对策[J].吉林电力,2009,37(5):8-11.